

(11)Publication number : 07-336807  
(43)Date of publication of application : 22.12.1995

B60L	9/18
B60L	3/00
H02P	5/41

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(72)Inventor : SHIYAMOTO SUMIKAZU

**(57)Abstract:**

[illegible]

[Date of request for examination]

**07.09.1998**

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

**[Date of final disposal for application]**

[Patent number]

**3106853**

[Date of registration]

**08.09.2000**

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The drive control unit of the electric vehicle characterized by to have a means detect the urinal stall condition which a drive motor has stopped mostly in spite of being given torque, and the means which carry out the reduction control of the torque of a drive motor so that the retreat rate or the acceleration of a car may become below a predetermined rate, when the above-mentioned condition is detected in the drive control unit of the electric vehicle which is carried in the car equipped with a synchronous motor as a drive motor, and carries out the drive control of the drive motor.

[Claim 2] The drive control unit of the electric vehicle characterized by having a means to set up the allowed time about continuation of the above-mentioned condition in the drive control unit of an electric vehicle according to claim 1 based on the torque to which it is given by the drive motor, and a means to perform the above-mentioned reduction control only when the above-mentioned condition is continuing exceeding the set-up allowed time.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention is carried in the car equipped with a synchronous motor as a drive motor, and relates to the drive control unit of the electric vehicle which carries out drive control of the drive motor.

[0002]

[Description of the Prior Art] An example configuration of an electric vehicle is shown in drawing 3. In this configuration, the three-phase-alternating-current motor is used as a drive motor 10, and that drive power is supplied from the dc-battery 14 through the inverter 12. That is, the discharge power of a dc-battery 14 is transformed into three-phase-alternating-current power by the inverter 12, and is supplied to a drive motor 10 as drive power. The inverter 12 is equipped with one pair each of power switching elements corresponding to each phase coil of a drive motor 10, and is performing above-mentioned power conversion by switching of these switching elements. The switching element corresponding to [ in the switching element corresponding to / in the switching element corresponding to U phase coil / V phase coil by U+ and U- ] W phase coil by V+ and V- is expressed by W+ and W- among drawing, respectively.

[0003] The output of a drive motor 10 is controlled by the control section 16. That is, the rotational frequency  $\omega$  of the motor 10 detected by the rotation sensor attached to the accelerator opening Acc and the drive motor 10 in which the output demanded is shown is inputted into a control section 16, and a control section 16 generates a torque command based on these. A torque command is an output torque required of a drive motor 10, and a control section 16 generates an PWM (pulse width modulation) signal based on this, and supplies it to each switching element of an inverter 12. The three-phase-alternating-current current which carries out alternation to each phase coil of a drive motor 10 flows by this, and the output torque of a value according to the accelerator opening Acc etc. is given to a drive motor 10.

[0004] As a drive motor 10, a permanent-magnet type synchronous motor can be used, for example. Per unit volume, since field magnetomotive force is large, the permanent-magnet type synchronous motor is suitable for small large capacity-ization of a drive motor 10. However, in a synchronous motor like a permanent-magnet type synchronous motor, it needs to be cautious of generation of heat arising in a idle state. That is, unlike the motor which does not stop if it slides like an induction motor and the alternating field according to a frequency are not generated, in the condition of having stopped, a current concentrates on the switching element and coil concerning the phase of any one piece, and generation of heat arises at a synchronous motor.

[0005] For example, suppose that the drive motor 10 stopped in the condition that switching element U+, V-, and W- turn on, and U-, V+, and W+ turn off. In this case, in a permanent-magnet type synchronous motor, since a skid does not arise, as shown in drawing 4, the current which flows in each phase coil of a switching element or a drive motor 10 turned on in an inverter 12 turns into flowing in one direction. Moreover, the current (I) which flows in switching element U+ and U phase coil also in it becomes twice [ which flows in V phase and W phase coil at switching element V- and W-list ] a current (I/2). Therefore, switching element U+ and U phase coil generate heat more notably than other switching elements and coils. Thus, in a idle state, local generation of heat occurs in an inverter 12 or a drive motor 10. Especially local generation of heat by such halt may be produced when a car stops in the state of the time of urinal stall generating, i.e., a climb, since inclination is large.

[0006] What is necessary is to detect the temperature of each phase coil of each switching element of an

inverter 12, or a drive motor 10, and just to reduce a torque command, when temperature becomes beyond a predetermined value in order to prevent such fault (refer to JP,59-126599,U, concerning the exoergic prevention technique based on a temperature detection result). That is, by reducing a torque command value, the current value itself which flows on a motor was made small, and generation of heat of a motor coil is controlled.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, on a climb way, when the motor torque which is extent to which a car does not retreat by accommodation of the accelerator of a driver was given and torque was only extracted by the above-mentioned approach for motor protection, the car retreated suddenly and there was a possibility of worsening the feeling of a driver. This invites the anxiety of the thing and pilot who do not become trouble to safe operation.

[0008] It makes as a technical problem that this invention solves such a trouble, and while restricting the retreat rate at the time of performing reduction control of a torque command value, it aims at preventing local generation of heat and offering the electric vehicle which is a rapid retreat of a car and which can marshal in comfort rather than there is nothing by presuming generating of local generation of heat, without forming many temperature sensors.

[0009]

[Means for Solving the Problem] In order to attain such a purpose, this invention In the drive control unit of the electric vehicle which is carried in the car equipped with a synchronous motor as a drive motor, and carries out drive control of the drive motor So that the retreat rate or acceleration of a car may serve as a means to detect the urinal stall condition which the drive motor has stopped mostly in spite of giving torque, below a predetermined rate, when the above-mentioned condition is detected It is characterized by having the means which carries out reduction control of the torque of a drive motor.

[0010] This invention is characterized by having a means to set up the allowed time about continuation of the above-mentioned condition further based on the torque to which it is given by the drive motor, and a means to perform the above-mentioned reduction control only when the above-mentioned condition is continuing exceeding the set-up allowed time.

[0011]

[Function] Detection of a urinal stall condition is performed in this invention. Detection of a urinal stall condition carries out reduction control of the torque of a drive motor according to this. Therefore, in this invention, if a urinal stall condition occurs on a climb way, retreat of a car will arise by torque reduction control. However, this retreat will not become rapid. That is, since torque reduction control is performed so that the retreat rate or acceleration of a car may become below a predetermined rate, a retreat rate and acceleration are restricted and it is lost that a pilot feels anxiety. Moreover, if reduction control of torque is performed, since a current will begin to carry out alternation in the drive motor constituted as a synchronous motor, 1 phase concentration of a current is prevented. Therefore, even if a urinal stall condition occurs, local generation of heat remarkable in the power circuit of a drive motor and others does not arise. Moreover, since it is in the condition that a rate is set to about 0 in spite of having given torque to the drive motor, a urinal stall condition can detect temperature independently. Therefore, local generation of heat is prevented in this invention, without forming a temperature sensor.

[0012] In this invention, further, only when the urinal stall condition is continuing exceeding allowed time, torque reduction control is performed. Moreover, torque reduction control will be started, presuming extent of local generation of heat which will be generated, since this allowed time is set up based on the torque given to the drive motor corresponding to the value of the torque current which flows to a drive motor etc. Therefore, when the time amount which the urinal stall condition is continuing is a short time so that local generation of heat does not become a problem, torque reduction control is performed and a car does not retreat.

[0013]

[Example] Hereafter, the suitable example of this invention is explained based on a drawing. In addition, since this invention can be carried out under the equipment configuration shown in drawing 3, it carries out the premise of the equipment configuration of drawing 3 in the following examples. However, the details of the equipment configuration of drawing 3 do not take limitation to this invention.

[0014] The flow of actuation of the control section 16 in one example of this invention is shown in drawing 1. The flow of the actuation shown in this drawing includes the control action at the time of urinal stall generating

concerning the description of this invention.

[0015] In actuation of this drawing, a control section 16 calculates a torque command first based on the rotational frequency  $N$  of the drive motor 10 detected by the accelerator opening  $Acc$  and the rotation sensor 18 which are inputted (100). This torque command is a torque command calculated based on the accelerator opening  $Acc$ , and since it may not actually be outputted as torque command  $T^*q$ , it is hereafter expressed as  $T^*qa$ . In step 100, torque command  $T^*qa$  calculated based on the accelerator opening  $Acc$  is substituted for torque command  $T^*q$ .

[0016] Next, a control section 16 performs urinal stall detection (102,104). It is in the condition that in the urinal stall condition the car is not running here in spite of giving torque to the drive motor 10. Therefore, a urinal stall condition is detectable by detecting that torque command  $T^*q$  is above large to some extent, and the vehicle speed is about 0. Therefore, the control section 16 is judging whether a judgment (102) and the vehicle speed  $v$  with larger torque command  $T^*q$  than the quiescence torque permissible dose value  $TM\ 0$  are about 0 (104). The quiescence torque permissible dose value  $TM\ 0$  supports the allowable current  $IM\ 0$  at the time of drive motor 10 quiescence here. The allowable current  $IM\ 0$  is set as the value which does not need to perform special control corresponding to a urinal stall, especially if the current exceeding this allowable current  $IM\ 0$  does not flow even if it is in the condition that the drive motor 10 is standing it still. Furthermore, the vehicle speed  $v$  is calculated based on the rotational frequency  $N$  of the drive motor 10 detected by the rotation sensor 18. Only when torque command  $T^*q$  is larger than the quiescence torque allowed value  $TM\ 0$  and the vehicle speed  $v$  is about 0, a control section 16 performs control corresponding to a urinal stall, and when other, it controls the torque of a drive motor 10 based on torque command  $T^*qa$  calculated in step 100 (106).

[0017] When a urinal stall condition is detected by steps 102 and 104, a control section 16 performs step 108 first. In step 108, the urinal stall allowed time  $T0$  is calculated based on torque command  $T^*q$ , i.e., torque command  $T^*qa$  calculated based on the accelerator opening  $Acc$ . Related  $T0=f(T^*q)$  used in that case is relation as shown in drawing 2. That is, allowed time  $T0$  is short set up, so that torque command  $T^*q$  becomes large. This is because a urinal stall condition is nonpermissible for a long time, when the current with it is flowing. [ large therefore torque command  $T^*q$  and ] [ great to a drive motor 10 ] With the timer to build in, a control section 16 counts the passage of time (110), and judges whether the urinal stall allowed time  $T0$  to which the counted time amount  $t$  was set was exceeded (112). When time amount  $t$  is not over the urinal stall allowed time  $T0$ , the shift to the torque reduction control described below is once suspended, and the torque control of a drive motor 10 based on torque command  $T^*q$  is performed (106).

[0018] When judged with time amount  $t$  being over the urinal stall allowed time  $T0$  in step 112, a control section 16 substitutes  $T^*qa-k(v^*-v)$  for torque command  $T^*q$  (114).  $v^*$  is the control objectives of the vehicle speed  $v$  here, and  $k$  is a constant. When the torque control based on this torque command  $T^*q$  is performed through steps 116-120 mentioned later, the current to which the output torque of a drive motor 10 flows to each switching element of each phase coil of a drive motor 10 or an inverter 12 since only an equivalent for  $k(v^*-v)$  will be reduced begins to carry out alternation, and 1 phase concentration of a current stops arising. Thereby, local generation of heat of a drive motor 10 or an inverter 12 resulting from a urinal stall is prevented. Furthermore, the amount of reduction of the torque command in that case is defined according to the error of the actual retreat vehicle speed  $v$  to setting vehicle speed  $v^*$ . Therefore, retreat of the car produced by reduction of torque command  $T^*q$  in step 114, as a result reduction of the output torque of a drive motor 10 will not become rapid. That is, since the retreat rate  $v$  will be controlled and restricted so that it may become setting vehicle speed  $v^*$ , a car pilot does not feel the anxiety by rapid retreat.

[0019] Step 116 performed after step 114 activation is the judgment of whether torque command  $T^*q$  is less than zero. This step is performed in order to prevent the inversion power running of a drive motor 10. That is, if the motor torque control in step 106 is presented with this torque command  $T^*q$  as it is when torque command  $T^*q$  becomes a negative value as a result of reduction of torque command  $T^*q$  by step 114, a drive motor 10 will act as inversion power running. Step 106 is performed after 0 is set as torque command  $T^*q$  in continuing step 118 that such a situation should be prevented, when it is judged whether torque command  $T^*q$  is negative and it is negative in step 116.

[0020] When judged with torque command  $T^*q$  not being negative in step 116, the judgment of whether the vehicle speed  $v$  is about 0 is performed by step 120. That is, the judgment of being a flat ground is performed for the vehicle speed  $v$  by the judgment of being about 0, when judged with it being a flat ground, it shifts to

step 118 and 0 is set as torque command  $T^*q$ . In being other, it shifts to step 106, and control based on torque command  $T^*q$  set up in step 114 is performed.

[0021] Thus, local generation of heat of a drive motor 10 or an inverter 12 can be prevented, without forming many temperature sensors, in spite of using the permanent-magnet type synchronous motor as a drive motor 10 since according to this example a urinal stall condition is detected and torque reduction control of a drive motor 10 is performed. Moreover, since it was in charge of torque reduction control and the amount of torque command reduction is determined based on the error of the vehicle speed  $v$  to setting vehicle speed  $v^*$ , in case car retreats in connection with reducing the output torque of a drive motor 10, the retreat rate  $v$  will be restricted by setting vehicle speed  $v^*$ , and anxiety is not given to a car pilot. In addition, in order to perform torque reduction control after the urinal stall allowed time progress which set up and set up the urinal stall allowed time  $T_0$  according to the value of torque command  $T^*q$ , the frequency where torque reduction control is performed can be controlled.

[0022] In addition, although torque reduction control was performed with reference to the urinal stall time amount  $T_0$  in the above explanation, the temperature of a motor 10 or an inverter 12 may be referred to. You may control to change during the time of the early stages of this control, i.e., until it to become  $v^*$  from the vehicle speed 0, with very loose rate of change (acceleration). Moreover, torque may be reduced so that it may become like this example not only control of constant speed but below predetermined acceleration (close to 0 infinite).

[0023]

[Effect of the Invention] In order to carry out reduction control of the torque of a drive motor according to this invention so that a urinal stall condition may be detected and the retreat rate or acceleration of a car may become below a predetermined rate as explained above, what has a rapid retreat of the car by torque reduction control etc. does not become, but it is lost that a pilot feels anxiety by retreat. Moreover, it can prevent local generation of heat remarkable in the power circuit of a drive motor and others arising, without forming a temperature sensor.

[0024] Only when allowed time is further set up based on the torque to which it is given by the drive motor and the urinal stall condition is continuing exceeding allowed time, in order to perform torque reduction control according to this invention, it can prevent performing torque reduction control and a car retreating in spite of the short time from which local generation of heat does not become a problem.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

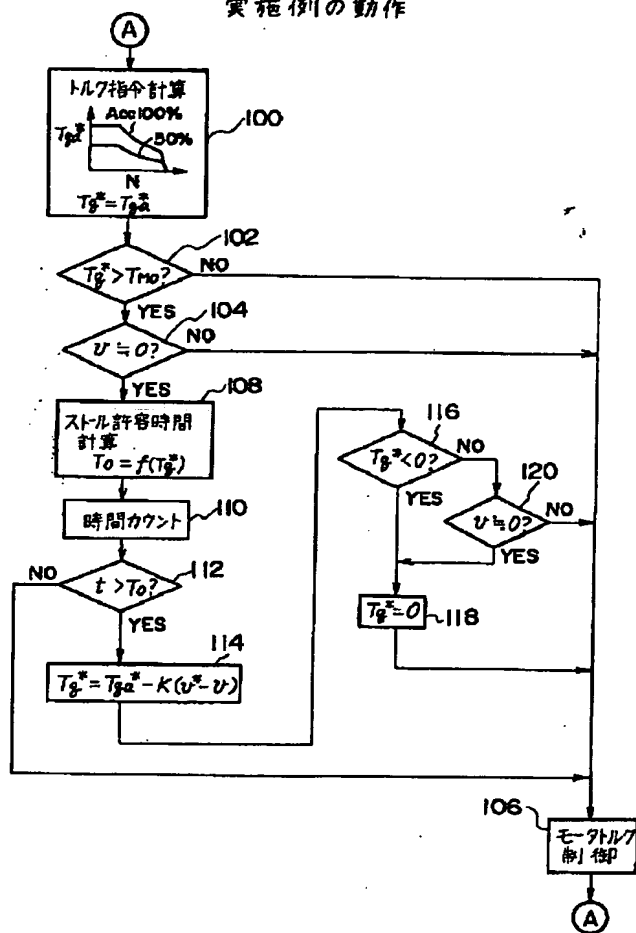
JPO and NCIP I are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

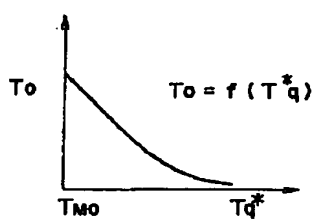
[Drawing 1]

実施例の動作



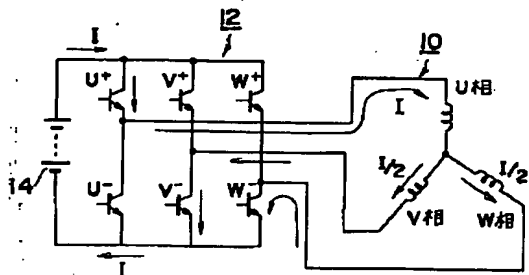
[Drawing 2]

トルク指令とストール許容時間の関係



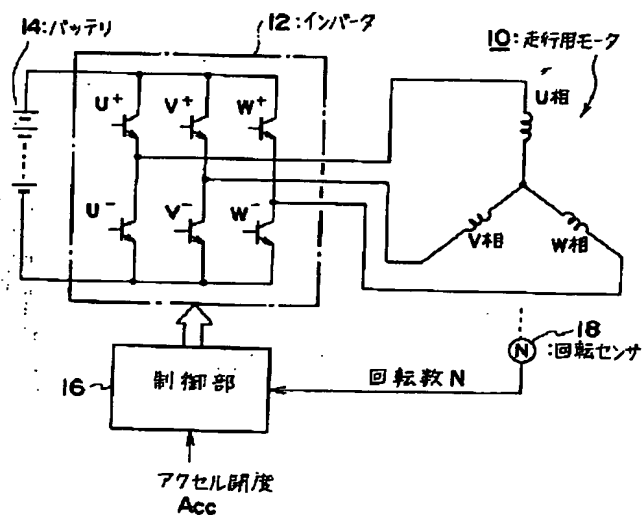
[Drawing 4]

停止状態でのモータ電流の流れ方



[Drawing 3]

装置構成



[Translation done.]

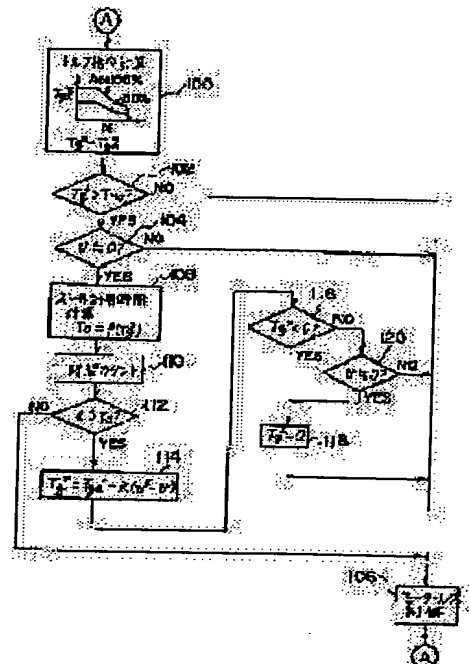


(11)Publication number : 07-336807  
(43)Date of publication of application : 22.12.1995

(21)Application number : 06-123438 (71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP  
(22)Date of filing : 06.06.1994 (72)Inventor : SHIYAMOTO SUMIKAZU

**(57)Abstract:**

**CONSTITUTION:** A torque instruction  $T^*q$  is computed on the basis of an accelerator opening  $Acc$  (100), a stall is detected on the basis of the torque instruction  $T^*q$  and a vehicle velocity ( $v$ ) (102, 104), and the torque instruction  $T^*q$  is reduced when the stall is detected (114). Since the reduction amount of the torque instruction  $T^*q$  is set according to the deviation of the ( $v$ ) with reference to a set vehicle velocity ( $v^*$ ), the speed of the reverse of a vehicle due to a reduction in the torque instruction  $T^*q$  can be limited. Since the reduction in the torque instruction  $T^*q$  is started by the passage of the stall permissible time  $TMO$  which is set according to the torque instruction  $Tq$ , the frequency of a torque reduction control operation can be suppressed. Since it is not required to detect the temperature, it is not required to install a temperature sensor so as to correct



[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-336807

(43) 公開日 平成7年(1995)12月22日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 6 0 L 9/18	J	9380-5H		
3/00	J	9380-5H		
H 0 2 P 5/41	3 0 3 Z			

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平6-123438

(22) 出願日 平成6年(1994)6月6日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 社本 純和

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

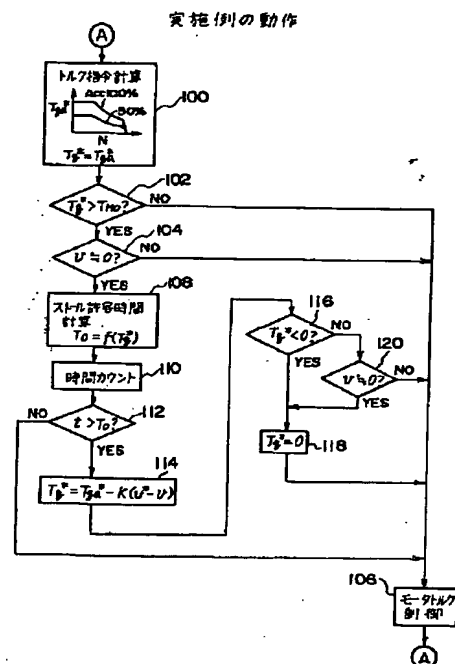
(74) 代理人 弁理士 吉田 研二 (外2名)

(54) 【発明の名称】 電気自動車の駆動制御装置

(57) 【要約】

【目的】 走行用モータとして同期モータを用いている場合に、ストール状態からトルクを抜く際のゆるやかな後退を実現する。

【構成】 アクセル開度  $A_{cc}$  に基づくトルク指令  $T^*$  を計算した上で (100)、トルク指令  $T^*$ 、及び車速  $v$  に基づきストール検出を行い (102、104)、ストールが検出された場合にトルク指令  $T^*$  を低減させる (114)。トルク指令  $T^*$  の低減量を設定車速  $v^*$  に対する  $v$  の偏差に応じて設定しているため、トルク指令  $T^*$  を低減させることに伴う車両の後退を速度制限することができる。トルク指令  $T^*$  の低減を、トルク指令  $T^*$  に応じて設定したストール許容時間  $T_m$  の経過により開始しているため、トルク低減制御の頻度を抑制できる。温度検出を行う必要がないため各電力素子に対応して温度センサを設ける必要がない。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 走行用モータとして同期モータを備える車両に搭載され、走行用モータを駆動制御する電気自動車の駆動制御装置において、

トルクが付与されているにもかかわらず走行用モータがほぼ停止しているストール状態を検出する手段と、

上記状態が検出された場合に、車両の後退速度又は加速度が所定速度以下となるよう、走行用モータのトルクを低減制御する手段と、

を備えることを特徴とする電気自動車の駆動制御装置。

【請求項2】 請求項1記載の電気自動車の駆動制御装置において、

上記状態の継続に関する許容時間を走行用モータに付与されているトルクに基づき設定する手段と、

設定された許容時間を越えて上記状態が継続している場合にのみ上記低減制御を実行させる手段と、

を備えることを特徴とする電気自動車の駆動制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、走行用モータとして同期モータを備える車両に搭載され、走行用モータを駆動制御する電気自動車の駆動制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】図3には電気自動車の一例構成が示されている。この構成においては走行用モータ10として三相交流モータが使用されており、その駆動電力はインバータ12を介してバッテリー14から供給されている。すなわち、バッテリー14の放電電力はインバータ12により三相交流電力に変換され、走行用モータ10に駆動電力として供給される。インバータ12は、走行用モータ10の各相コイルに対応して各1対のパワースイッチング素子を備えており、これらのスイッチング素子のスイッチングにより上述の電力変換を行っている。図中、U相コイルに対応するスイッチング素子は $U^+$ 及び $U^-$ により、V相コイルに対応するスイッチング素子は $V^+$ 及び $V^-$ により、W相コイルに対応するスイッチング素子は $W^+$ 及び $W^-$ により、それぞれ表されている。

【0003】走行用モータ10の出力は、制御部16によって制御されている。すなわち、制御部16には、要求される出力を示すアクセル開度Acc及び走行用モータ10に付設した回転センサにより検出されるモータ10の回転数Nが入力され、制御部16はこれらに基づきトルク指令を生成する。トルク指令は走行用モータ10に要求する出力トルクであり、制御部16はこれに基づきPWM（パルス幅変調）信号を生成してインバータ12の各スイッチング素子に供給する。これにより、走行用モータ10の各相コイルには交番する三相交流電流が流れ、走行用モータ10にはアクセル開度Acc等に応じた値の出力トルクが付与される。

【0004】走行用モータ10としては、例えば永久磁

石型同期モータを用いることができる。永久磁石型同期モータは単位体積当たり界磁起磁力が大きいため走行用モータ10の小形大容量化に適している。しかし、永久磁石型同期モータのような同期モータにおいては、停止状態において発熱が生じることに注意する必要がある。すなわち、誘導モータのようにすべり周波数に応じた交番磁界を発生させなければ停止しないモータと異なり、同期モータでは、停止している状態ではいずれか1個の相に係るスイッチング素子及びコイルに電流が集中し、発熱が生じる。

【0005】例えばスイッチング素子 $U^+$ 、 $V^-$ 及び $W^-$ がオンしており $U^-$ 、 $V^+$ 及び $W^+$ がオフしている状態で走行用モータ10が停止したとする。この場合、永久磁石型同期モータではすべりが生じないから、図4に示されるように、インバータ12中のオンしているスイッチング素子や走行用モータ10の各相コイルに流れる電流は直流となる。また、その中でも、スイッチング素子 $U^+$ 及びU相コイルに流れる電流(I)は、スイッチング素子 $V^-$ 及び $W^-$ 並びにV相及びW相コイルに流れる電流(I/2)の倍となる。従って、スイッチング素子 $U^+$ 及びU相コイルは他のスイッチング素子及びコイルよりも顕著に発熱する。このように、停止状態においてはインバータ12や走行用モータ10には局部発熱が発生する。このような停止による局部発熱は、特に、ストール発生時、すなわち登坂状態で勾配が大きいため車両が停止した場合に生じ得る。

【0006】このような不具合を防止するためには、インバータ12の各スイッチング素子や走行用モータ10の各相コイルの温度を検出し、温度が所定値以上となった場合にトルク指令を低減すればよい（温度検出結果に基づく発熱防止技術に関しては例えば実開昭59-126599号を参照のこと）。すなわち、トルク指令値を低減することで、モータに流れる電流値自体を小さくしてモータコイルの発熱を抑制している。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、登坂路において、ドライバーのアクセルの調節により車両が後退しない程度のモータトルクを与えているような場合、上述の方法にてモータ保護のため単にトルクを抜くと、車両が急に後退し、ドライバーのフィーリングを悪化させる恐れがあった。これは、安全な運行に支障とはならないもの、操縦者の不安を招く。

【0008】本発明は、このような問題点を解決することを課題としてなされたものであり、トルク指令値の低減制御を行う際の後退速度を制限すると共に、局部発熱の発生を推定することにより、温度センサを多数設けることなく局部発熱を防止し、かつ車両の急激な後退のないより安心して操車できる電気自動車を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】このような目的を達成するために、本発明は、走行用モータとして同期モータを備える車両に搭載され、走行用モータを駆動制御する電気自動車の駆動制御装置において、トルクが付与されているにもかかわらず走行用モータがほぼ停止しているストール状態を検出する手段と、上記状態が検出された場合に、車両の後退速度又は加速度が所定速度以下となるよう、走行用モータのトルクを低減制御する手段と、を備えることを特徴とする。

【0010】本発明は、さらに、上記状態の継続に関する許容時間を走行用モータに付与されているトルクに基づき設定する手段と、設定された許容時間を越えて上記状態が継続している場合にのみ上記低減制御を実行させる手段と、を備えることを特徴とする。

【0011】

【作用】本発明においては、ストール状態の検出が実行される。ストール状態が検出されると、これに応じて走行用モータのトルクが低減制御される。従って、本発明においては、登坂路においてストール状態が発生するとトルク低減制御によって車両の後退が生じる。しかし、この後退は、急激なものとはならない。すなわち、車両の後退速度又は加速度が所定速度以下となるようトルク低減制御が行われるため、後退速度や加速度が制限され、操縦者が不安を感じることがなくなる。また、トルクの低減制御が行われると、同期モータとして構成された走行用モータにおいて電流が交番し始めるから、電流の一相集中が防止される。従って、ストール状態が発生したとしても、走行用モータその他の電力回路に顕著な局部発熱が生じることがない。また、ストール状態は、走行用モータにトルクを付与しているにもかかわらず速度がほぼ0となる状態であるから、温度とは無関係に検出できる。従って、本発明においては、温度センサを設けることなく局部発熱が防止される。

【0012】本発明においては、さらに、ストール状態が許容時間を越えて継続している場合にのみトルク低減制御が実行される。また、この許容時間は、走行用モータに付与されているトルクに基づき設定されるため、走行用モータ等に流れるトルク電流の値に応じて、すなわち発生するであろう局部発熱の程度を推定しながら、トルク低減制御が開始されることになる。従って、ストール状態が継続している時間が局部発熱が問題にならない程短時間である場合、トルク低減制御が実行され車両が後退することがない。

【0013】

【実施例】以下、本発明の好適な実施例について図面にに基づき説明する。なお、本発明は、図3に示される装置構成下で実施可能であるため、以下の実施例においては図3の装置構成を前提する。ただし、本発明は図3の装置構成の細部に限定を要するものではない。

【0014】図1には、本発明の一実施例における制御

部16の動作の流れが示されている。この図に示される動作の流れは、本発明の特徴に係るストール発生時の制御動作を含んでいる。

【0015】この図の動作においては、まず、制御部16は、入力されるアクセル開度Acc及び回転センサ18によって検出される走行用モータ10の回転数Nに基づきトルク指令を計算する(100)。このトルク指令はアクセル開度Accに基づき計算されるトルク指令であり、トルク指令 $T^*$ 。として実際に出力されないことがあるため、以下、 $T^*$ 。と表わす。ステップ100においては、アクセル開度Accに基づき計算されたトルク指令 $T^*$ 。が、トルク指令 $T^*$ 。に代入される。

【0016】次に、制御部16は、ストール検出を行う(102、104)。ここに、ストール状態とは、走行用モータ10にトルクが付与されているにもかかわらず車両が走行していない状態である。従って、ストール状態は、トルク指令 $T^*$ 。がある程度以上に大きくかつ車速がほぼ0であることを検出することにより、検出することができる。そのため、制御部16は、トルク指令 $T^*$ 。が静止トルク許容量値 $T_m$ 。より大きいかな否かの判定(102)及び車速 $v$ がほぼ0であるかな否かの判定(104)を行っている。ここに、静止トルク許容量値 $T_m$ 。は、走行用モータ10静止時における許容電流 $I_m$ 。に対応している。許容電流 $I_m$ 。は、走行用モータ10が静止している状態であってもこの許容電流 $I_m$ 。を越える電流が流れなければ特にストールに対応した特別な制御を行う必要がないような値に設定される。更に、車速 $v$ は、回転センサ18によって検出される走行用モータ10の回転数Nに基づき計算される。制御部16は、トルク指令 $T^*$ 。が静止トルク許容値 $T_m$ 。より大きくかつ車速 $v$ がほぼ0である場合にのみ、ストールに対応する制御を実行し、それ以外の場合には、ステップ100において計算されたトルク指令 $T^*$ 。に基づき、走行用モータ10のトルクを制御する(106)。

【0017】ステップ102及び104によってストール状態が検出された場合、制御部16は、まずステップ108を実行する。ステップ108においては、ストール許容時間 $T$ 。がトルク指令 $T^*$ 。、すなわちアクセル開度Accに基づき計算されたトルク指令 $T^*$ 。に基づき計算される。その際に使用される関係 $T = f(T^*)$ は例えば図2に示されるような関係である。すなわち、トルク指令 $T^*$ 。が大きくなるほど、許容時間 $T$ 。は短く設定される。これは、トルク指令 $T^*$ 。が大きく従って走行用モータ10に多大な電流が流れている場合には、ストール状態を長時間許容しておくことができないためである。制御部16は内蔵するタイマによって時間の経過をカウントし(110)、カウントした時間 $t$ が設定されたストール許容時間 $T$ 。を越えたかな否かを判定する(112)。時間 $t$ がストール許容時間 $T$ 。を越えていない場合には、次に述べるトルク低減制御への

移行は一旦保留し、トルク指令 $T^*$ 。に基づく走行用モータ10のトルク制御を実行する(106)。

【0018】ステップ112において時間 $t$ がストール許容時間 $T$ 。を越えていると判定された場合、制御部16は、 $T^*$ 。、 $-k(v^* - v)$ を、トルク指令 $T^*$ 。に代入する(114)。ここに、 $v^*$ は車速 $v$ の制御目標であり、 $k$ は定数である。後述するステップ116～120を経てこのトルク指令 $T^*$ 。に基づくトルク制御が行われると、走行用モータ10の出力トルクが $k(v^* - v)$ 相当分だけ低減されることとなるため走行用モータ10の各相コイルやインバータ12の各スイッチング素子に流れる電流が交番し始め、電流の一相集中が生じなくなる。これにより、ストールに起因した走行用モータ10やインバータ12の局部発熱が防止される。更に、その際のトルク指令の低減量は、設定車速 $v^*$ に対する実際の後退車速 $v$ の誤差により定められている。従って、ステップ114におけるトルク指令 $T^*$ 。の低減、ひいては走行用モータ10の出力トルクの低減によって生じる車両の後退は、急激なものとなることがない。すなわち、後退速度 $v$ は、設定車速 $v^*$ となるよう制御・制限されることになるため、車両操縦者が急激な後退による不安を感じることもない。

【0019】ステップ114実行後に実行されるステップ116は、トルク指令 $T^*$ 。が0未満であるか否かの判定である。このステップは、走行用モータ10の逆転力行を防止するために実行される。すなわち、ステップ114によるトルク指令 $T^*$ 。の低減の結果トルク指令 $T^*$ 。が負の値となった場合、このトルク指令 $T^*$ 。をそのままステップ106におけるモータトルク制御に供してしまうと、走行用モータ10が逆転力行してしまう。このような事態を防止すべく、ステップ116においては、トルク指令 $T^*$ 。が負であるか否かが判定され、負である場合には続くステップ118においてトルク指令 $T^*$ 。に0が設定された上でステップ106が実行される。

【0020】ステップ116においてトルク指令 $T^*$ 。が負でないと判定された場合には、ステップ120により、車速 $v$ がほぼ0であるか否かの判定が行われる。すなわち車速 $v$ がほぼ0か否かの判定により平地か否かの判定が行われ、平地であると判定された場合にはステップ118に移行してトルク指令 $T^*$ 。に0が設定される。それ以外の場合にはステップ106に移行し、ステップ114において設定されたトルク指令 $T^*$ 。に基づく制御が実行される。

【0021】このように、本実施例によれば、ストール状態を検出し走行用モータ10のトルク低減制御を行っているため、走行用モータ10として永久磁石型同期モータを使用しているにもかかわらず、多数の温度センサを設けることなく、走行用モータ10やインバータ12の局部発熱を防止することができる。また、トルク低減

制御に当って設定車速 $v^*$ に対する車速 $v$ の誤差に基づきトルク指令低減量を決定しているため、走行用モータ10の出力トルクを低減するのに伴い車両が後退する際その後退速度 $v$ が設定車速 $v^*$ により制限されることとなり、車両操縦者に対して不安を与えることがない。加えて、トルク指令 $T^*$ 。の値に応じてストール許容時間 $T$ 。を設定し、設定したストール許容時間経過後にトルク低減制御を実行するようにしているため、トルク低減制御を実行する頻度を抑制することができる。

10 【0022】なお、以上の説明ではストール時間 $T$ 。を参照してトルク低減制御を実行したが、モータ10やインバータ12の温度を参照してもよい。本制御の初期時、すなわち車速0から $v^*$ となるまでの間を極めて緩い変化率(加速度)で変化させるように制御してもよい。また、本実施例のように一定速度の制御ばかりでなく、所定の加速度(限りなく0に近い)以下となるようにトルクを低減してもよい。

【0023】

20 【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、ストール状態を検出し車両の後退速度又は加速度が所定速度以下となるよう走行用モータのトルクを低減制御するようにしたため、トルク低減制御による車両の後退等は急激なものとはならず、後退により操縦者が不安を感じることがなくなる。また、温度センサを設けることなく走行用モータその他の電力回路に顕著な局部発熱が生じることを防ぐことができる。

30 【0024】本発明によれば、さらに、許容時間を走行用モータに付与されているトルクに基づき設定し、ストール状態が許容時間を越えて継続している場合にのみトルク低減制御を実行するようにしたため、局部発熱が問題にならない短時間にもかかわらずトルク低減制御が実行され車両が後退することを防ぐことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例における制御動作の流れを示すフローチャートである。

【図2】この実施例におけるトルク指令とストール許容時間の関係を示す図である。

【図3】電気自動車の一例装置構成を示す図である。

40 【図4】停止状態におけるモータ電流状態を示す回路図である。

【符号の説明】

10 走行用モータ

12 インバータ

14 バッテリ

16 制御部

18 回転センサ

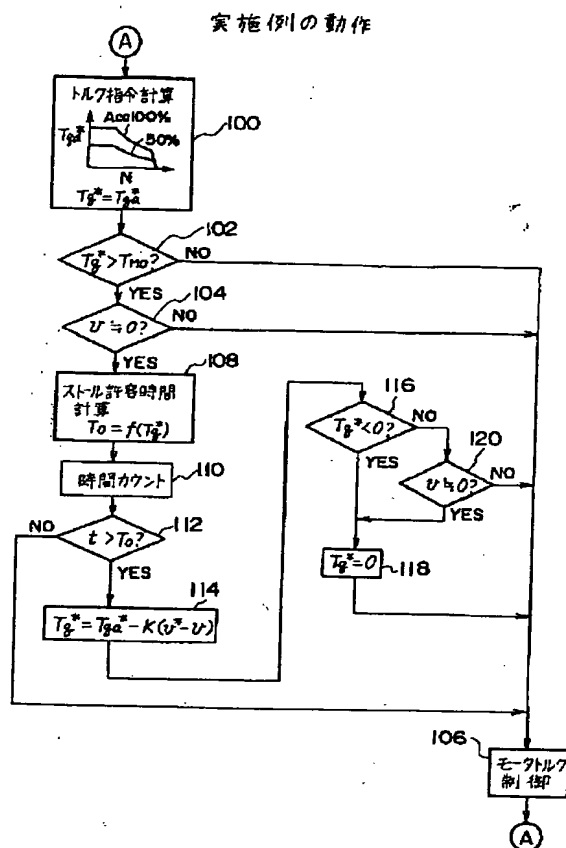
$U^+$ ,  $U^-$ ,  $V^+$ ,  $V^-$ ,  $W^+$ ,  $W^-$  スwitching素子

Acc アクセル開度

50 N 回転数

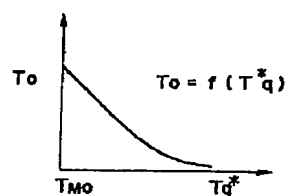
$T^*$  : アクセル開度に基づき計算されたトルク指令      \*  $v$  車速  
 $T^*$  : 制御に用いられるトルク指令       $T_0$  ストール許容時間  
 $T_M$  : 静止トルク許容値      \*  $v^*$  設定車速

【図1】



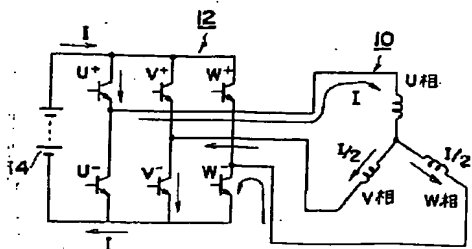
【図2】

トルク指令とストール許容時間の関係



【図4】

停止状態でのモータ電流の流れ方



【図3】

